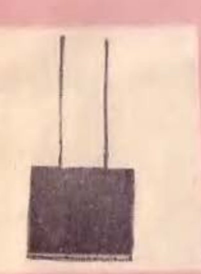


А. П. НЕЗНАЙКО

НОВЫЕ ТИПЫ КОНДЕНСАТОРОВ







МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Выпуск 728

А. П. НЕЗНАЙКО

НОВЫЕ ТИПЫ КОНДЕНСАТОРОВ



«ЭНЕРГИЯ»

Ленинградское отделение

1970

УДК 621.662.1

Незнайко А. П.

Н44 Новые типы конденсаторов. Л., «Энергия», 1970.

48 с. с илл. (Массовая радиобиблиотека. Вып. 728).

Цель этой брошюры — познакомить читателя с некоторыми новыми типами конденсаторов и с их основными характеристиками, которые необходимо знать, чтобы правильно выбрать радиоэлемент при проектировании той или иной радиоэлектронной аппаратуры. В конце брошюры приведена система сокращенных обозначений конденсаторов согласно отраслевой нормали НОЖО.000.004.

Этот материал может быть полезен радиолюбителям, занимающимся разработкой и конструированием радиоэлектронной аппаратуры, а также инженерам и техникам, применяющим в своих разработках конденсаторы.

3-4-5
443-70

6Ф2.13

ВВЕДЕНИЕ

Общеизвестно, что надежность радиоэлектронной аппаратуры во многом зависит от правильного использования ее составных элементов. Современное радиотехническое устройство в зависимости от его назначения содержит значительное количество радиодеталей различных типов, причем подавляющее большинство из них составляют конденсаторы постоянной емкости и резисторы. Так, например, при комплектации современного цветного телевизора используется до 361 резистора и 292 конденсатора, т. е. на каждый из 39 транзисторов или электронную лампу приходится в среднем по 7 шт. резисторов и 5 шт. конденсаторов постоянной емкости.

В связи с этим правильное применение радиодеталей является одним из основных способов повышения их работоспособности, а следовательно, повышения надежности радиоэлектронной аппаратуры. В данном случае под термином правильное применение понимается технически обоснованный выбор радиодеталей, режимов эксплуатации и способов монтажа их при создании радиоэлектронной аппаратуры. Кроме того, поскольку радиотехническая и электронная аппаратура часто эксплуатируется в самых различных климатических и метеорологических условиях, к входящим в нее радиодеталям обычно предъявляется требование надежно работать, например, при повышенной или пониженной температуре, влаге и механических воздействиях.

Для того чтобы с достаточно техническим обоснованием сделать правильный выбор радиодетали, режима ее эксплуатации и при этом получить максимальный выигрыш в повышении надежности аппаратуры, необходимо знать технические условия на нее и основные зависимости характеристик от электрических нагрузок, срока службы, хранения и других условий эксплуатации.

В брошюре даются общие сведения, характеристики и конструкции новых типов конденсаторов постоянной емкости, освоенных отечественной радиопромышленностью и рекомендуемых для

использования в радиоэлектронной аппаратуре. В конце приведены таблицы с указанием основных параметров и габаритных размеров конденсаторов и дана система сокращенных обозначений.

Отзывы и пожелания просим посылать по адресу: г. Ленинград, Д-41, Марсово поле, 1, Ленинградское отделение издательства «Энергия».

Автор

ГЛАВА ПЕРВАЯ

ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИЕ КОНДЕНСАТОРЫ

§ 1. Конденсаторы типа К50-6

Конденсаторы типа К50-6 (рис. 1) были разработаны в основном для широковещательной аппаратуры, в частности, для транзисторных приемников и телевизоров. Они по своим электрическим параметрам и габаритам выгодно отличаются от других аналогичных конденсаторов. Так, например, корпус конденсатора типа ЭМ на рабочее напряжение 15 *в* и номинальную емкость 10 *мкф* имеет диаметр 6 *мм* и длину 20 *мм*, конденсатор К50-6 на такое же рабочее напряжение и ту же номинальную емкость при диаметре 6 *мм* имеет длину корпуса 13 *мм*.

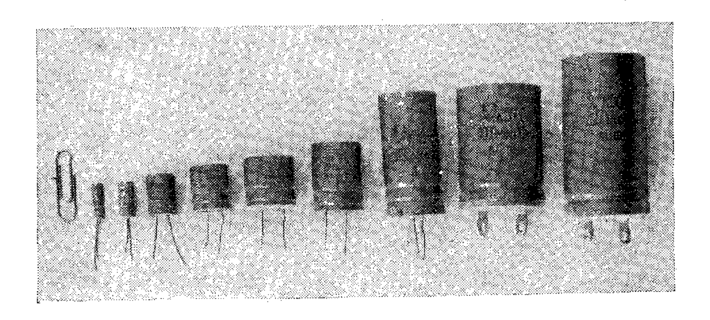


Рис. 1.

Конденсаторы К50-6 разработаны в *трех конструктивных вариантах* (рис. 2).

Конденсаторы варианта I и II с проволочными выводами предназначены для схем с печатным монтажом. Конденсаторы самых больших размеров, вариант III, емкостью 2000 и 4000 *мкф* на номинальные напряжения 10, 15 и 25 *в* и емкостью 1000 *мкф* на номинальное напряжение 25 *в* имеют лепестковые выводы и при монтаже в аппаратуре крепятся за корпус с помощью хомута.

Основой конденсатора является секция, сборка которой представлена на рис. 3. На специальную конденсаторную бумагу *1* накладывается полоса неоксидированной травленой фольги *2*, которая является катодом конденсатора.

На катодную фольгу накладывается второй слой конденсаторной бумаги *3* и на нее оксидированная фольга — анод конденсатора *4*. К анодной и катодной фольге прикладываются алюминиевые полоски — оксидированный вывод *5* и неоксидированный *6*, после чего путем безындукционной намотки анод и катод сворачиваются в цилиндрическую секцию. Выводы обеих обкладок могут быть или в начале или в конце секции.

Аноды и катоды конденсаторов изготовляются из травленой алюминиевой фольги толщиной 50—80 *мк*. Электролитическое травление алюминиевой фольги позволило увеличить активную поверхность ее в 7—12 раз.

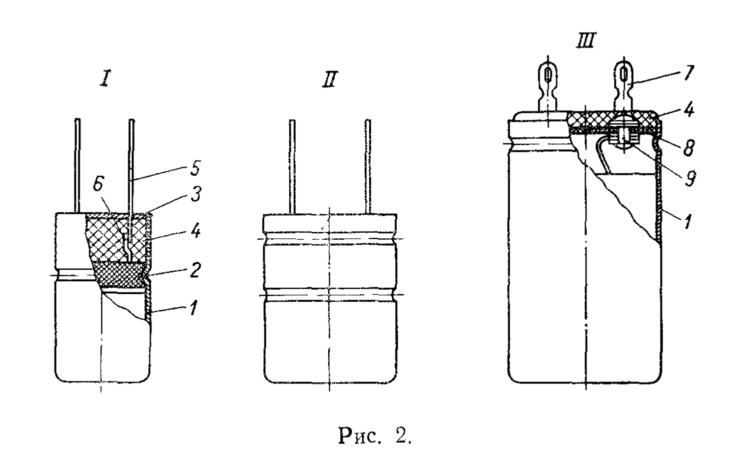


Рис. 2.

Секции конденсаторов, предварительно пропитанные электролитом, устанавливают в алюминиевые корпуса *1* (рис. 2), имеющие соответствующие изоляционные покрытия.

Герметизация корпуса конденсатора достигается установкой резиновой *2* и гетинаксовой *3* прокладок, которые заливаются специальными составами на основе эпоксидной смолы *4*.

Конденсаторы варианта I и II имеют гибкие проволочные выводы *5*, которые крепятся к алюминиевым полоскам *6*.

Конденсаторы варианта III имеют лепестковые выводы *7*, закрепленные на пластмассовой крышке *8* пустотелыми заклепками *9*.

При соединении двух электролитических конденсаторов положительными или отрицательными выводами можно получить неполярный конденсатор. *Неполярные конденсаторы* К50-6 по конструкции отличаются от полярных тем, что вместо катодной фольги в секцию закладывается вторая анодная пластина.

Емкость неполярного конденсатора равна емкости двух последовательно соединенных оксидных слоев. Однако от обычной схемы последовательного соединения такой конденсатор отличается тем, что каждый оксидный слой попеременно находится под полным рабочим напряжением. В связи с этим у неполярных конденсаторов при том же номинальном напряжении, что и у полярных конденсаторов, и при равной площади использованной фольги емкость в два раза меньше.

Неполярные конденсаторы используются в цепях со знакопеременным напряжением при условии, что это напряжение будет значительно ниже номинального. Они предназначены для работы в цепях постоянного и пульсирующего токов. Диапазон емкости и напряжений конденсаторов, а также их вес и габаритные размеры приведены в табл. 1. Действительные емкости конденсаторов в нормальных условиях (температура окружающей среды 20±5° С) могут отличаться от обозначенных на них номинальных емкостей на —20 — +80%.

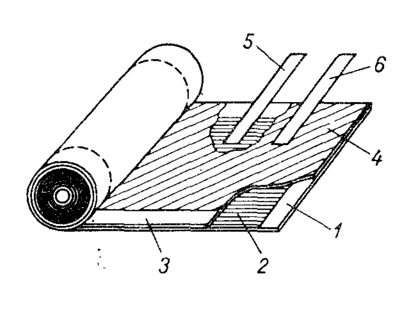


Рис. 3.

При работе конденсаторов в цепях пульсирующего тока частотой 50 *гц* амплитуда напряжения переменной составляющей не должна превышать значений, указанных в табл. 2, а сумма амплитуды и величины постоянной составляющей напряжения должна быть не более номинального напряжения. При использовании полярных конденсаторов на частотах пульсации свыше 50 *гц* (до 20 *кгц*) допустимая амплитуда напряжения переменного тока должна уменьшаться обратно пропорционально частоте.

Ток утечки конденсаторов К50-6 существенно меньше, чем у конденсаторов ЭМ, и в нормальных условиях не должен превышать величины, вычисленной по эмпирической формуле:

$$I = 0{,}05CU + 3 \text{ (мка)},$$

где I — ток утечки, *мка*;
C — номинальная емкость, *мкф*;
U — номинальное напряжение, *в*.

Однако ток утечки не должен превышать: 1,5 *ма* для $C \cdot U \leqslant 40\,000$ и 3 *ма* для $C \cdot U > 40\,000$.

Максимально допустимое значение тангенса угла потерь в нормальных условиях составляет для конденсаторов с номинальным напряжением: 6÷25 *в*—35%; 50, 100 *в*—25%; 160 *в*—15%.

Конденсаторы рассчитаны на работу:
— в диапазоне температур от —10 до +70° С;
— атмосферного давления 720—780 *мм рт. ст.;*
— относительной влажности воздуха до 98% при +40° С.

Они могут выдерживать ударные нагрузки с ускорением до 12 *g* и вибрации в диапазоне частот от 5 до 80 *гц* с ускорением 2,5 *g*.

Гарантийный срок службы конденсаторов при выполнении технических условий на них составляет 5000 *ч*.

Таблица 1

Номинальное напряжение, *в*	Номинальная емкость, *мкф*	Размеры, *мм*		Вес, *Г*
		диаметр	высота	
1	2	3	4	5
6	50	7,5	13	1,4
	100	10,5	15	2,5
	200	14,0	16	5,5
	500	18	18	8,5
10	10	6	13	0,8
	20	7,5	13	1,4
	50	10,5	15	2,5
	100	12	16	4
	200	16	18	6,5
	500	18	25	12
	1000	18	45	25
	2000	24	47	40
	4000	30	47	60
15	1	4	13	0,6
	5	6	13	0,8
	10	6	13	0,8
	20	7,5	13	1,4
	30	7,5	13	1,4
	50	10,5	18	3,5
	100	12	18	4,5
	200	16	18	6,5
	500	18	25	12
	1000	21	45	35
	2000	26	62	55
	4000	30	62	70
25	1	4	13	0,6
	5	7,5	13	1,4
	10	7,5	13	1,4
	20	10,5	15	2,5
	50	14	18	6
	100	16	18	6,5
	200	18	18	8,5
	500	18	45	25
	1000	30	47	60
	2000	30	62	70
	4000	34	80	120

Продолжение

Номинальное напряжение, *в*	Номинальная емкость, *мкф*	Размеры, *мм*		Вес, *Г*
		диаметр	высота	
1	2	3	4	5
50	1	6	13	0,8
	2	6	13	0,8
	5	7,5	13	1,4
	10	10,5	15	2,5
	20	12	16	4
	50	18	18	8,5
	100	18	25	12
	200	18	45	25
100	1	6	13	0,8
	2	6	18	1,2
	5	7,5	18	2,0
	10	12	18	4,5
	20	14	18	5,5
160	1	6	18	1,2
	2	7,5	18	2
	5	12	18	4,5
	10	16	18	6,5
15*	5	6	18	1,2
	10	7,5	18	2,0
	20	10,5	18	3,5
	50	16	18	6,5
25*	10	10,5	18	3,5

Примечание: Конденсаторы, отмеченные звездочкой, неполярные.

Таблица 2

Номинальная емкость, *мкф*	Номинальное напряжение, *в*	Амплитуда напряжения переменной составляющей 50 *гц* от допустимого напряжения, %
1	2	3
50 ÷ 200	6	25
10 ÷ 100	10	
1 ÷ 50	15	
1 ÷ 20	25	

Номинальная емкость, *мкф*	Номинальное напряжение, *в*	Амплитуда напряжения переменной составляющей 50 *гц* от допустимого напряжения, %
1	2	3
500 200 ÷ 1000 100 ÷ 1000 50 ÷ 200 1 ÷ 20	6 10 15 25 50	20
2000 500 ÷ 1000 50 ÷ 200 1 ÷ 5	10 и 15 25 50 100	15
2000 10 ÷ 20 1 ÷ 10	25 100 160	10
4000	10 ÷ 25	5

§ 2. Конденсаторы типа К50-7

Конденсаторы типа К50-7 дополняют серию малогабаритных алюминиевых электролитических конденсаторов в диапазоне от 160 до 450 *в*, которая по своим электрическим характеристикам и габаритам находится на уровне зарубежных аналогов. Общий вид конденсаторов представлен на рис. 4.

Конденсаторы включают в себя 38 типономиналов, из них 26 одиночных и 12 блоков (блок — это несколько конденсаторов в одном корпусе). Диапазон емкостей 5—600 *мкф*, диапазон рабочих напряжений для одиночных конденсаторов 160—450 *в*, для блоков 50—450 *в*.

Конструкция секции конденсатора К50-7 принципиально не отличается от конструкции конденсаторов К50-6. Анодной обкладкой конденсатора служит алюминиевая фольга высокой чистоты и глубокого травления. Катодом является алюминиевая фольга толщиной 16 *мк*.

Для конденсаторов на рабочее напряжение $U_{раб}=50$ *в* катодом служит фольга толщиной 100 *мк*, так как это позволяет увеличить стабильность емкости конденсатора при эксплуатации.

Анод и катод секции с закрепленными на них выводами, разделенные в зависимости от номинального напряжения двумя или тремя слоями тонкой конденсаторной бумаги методом безиндукционной намотки, сворачиваются в виде цилиндра. Затем секции пропитываются рабочим электролитом, монтируются в цилиндрический алюминиевый корпус и уплотняются крышками. Резьбовая головка крышки обеспечивает возможность крепления конденсаторов на шасси аппаратуры с помощью гайки.

При эксплуатации электролитического конденсатора ток, протекающий через электролит, приводит к выделению газов, скопление которых, в свою очередь, повышает давление внутри конденсатора до опасных значений. Для предотвращения взрыва конденсатора в дне корпуса его имеется клапан, представляющий собой резиновую пробку диаметром 4,3 *мм*, вставленную в отверстие.

Конденсаторы выпускаются в *нормальном* и *тропическом* исполнениях. Они предназначены для работы в цепях постоянного и пульсирующего токов, главным образом, в сглаживающих фильтрах выпрямителей. Номинальные напряжения конденсаторов К50-7, емкости, вес и их размеры приведены в табл. 3.

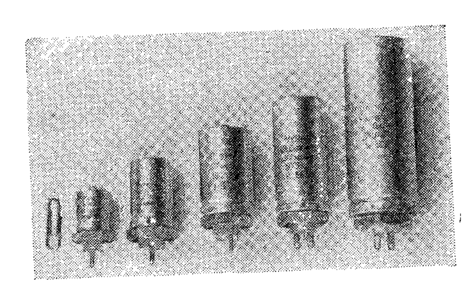


Рис. 4.

Конденсаторы выпускаются с допустимыми отклонениями действительной величины емкости от номинальной +80%—20%.

Для конденсаторов К50-7, кроме номинального напряжения, регламентируется также «пиковое» напряжение — это такое напряжение постоянного тока, которое конденсатор выдерживает в течение ряда периодов длительностью не более 30 *сек*, при условии, что интервалы между этими периодами будут не менее 5 *мин*. Подобные напряжения испытывают конденсаторы сглаживающих фильтров выпрямителей ламповых сетевых приемников сразу после включения их в сеть в период разогрева электронных ламп.

В табл. 4 приведены значения амплитуд напряжения переменной составляющей пульсирующего тока частоты 50 *гц*, при которых могут быть использованы конденсаторы, причем для предотвращения их перегрева амплитуда напряжения переменной составляющей не должна превышать величины напряжения постоянного тока, а сумма амплитуды напряжения переменной составляющей и величины постоянного тока не должна превышать величины допустимого номинального напряжения.

При использовании конденсаторов в цепях с частотой выше 50 *гц* амплитуда напряжения переменной составляющей должна уменьшаться, как и у всех электролитических конденсаторов, обратно пропорционально частоте.

Ток утечки конденсаторов К50-7, используемых в нормальных условиях, значительно меньше, чем у общеизвестных конденсаторов КЭ, и может быть вычислен по формуле:

$$I = 0{,}05CU + 30 \text{ (мка)},$$

где I — ток утечки, *мка*;
C — номинальная емкость, *мкф*;
U — номинальное напряжение, *в*.

Таблица 3

Номинальное напряжение, *в*	Пиковое напряжение, *в*	Номинальная емкость, *мкф*	Размеры, *мм*		Вес, *Г*
			диаметр	высота	
1	2	3	4	5	6
50	58	100 + 300	26	45	45
		300 + 300	26	60	60
160	185	20	16	28	13
		50	21	35	25
		100	26	45	45
		200	26	60	60
		500	30	80	90
250	290	10	16	28	13
		20	19	28	18
		50	26	45	45
		100	26	60	60
		200	30	80	90
		100 + 100	30	80	90
		150 + 150	34	90	125
300	345	5	16	20	10
		10	16	28	13
		20	21	35	25
		50	26	45	45
		100	26	60	60
		200	30	80	90
		50 + 50	26	60	60
		100 + 100	30	80	90
350	400	5	16	28	13
		10	19	28	18
		20	21	35	25
		50	26	60	60
		100	30	60	75
		20 + 20	26	45	45
		50 + 50	30	80	90
		30 + 150	34	90	125
450	495	5	19	28	18
		10	21	35	25
		20	26	45	45
		50	26	60	60
		100	30	80	90
		10 + 10	26	45	45
		20 + 20	26	60	60
		50 + 50	34	90	125

Таблица 4

Номинальная емкость, *мкф*	Номинальное напряжение, *в*	Амплитуда переменной составляющей от номинального напряжения, %
5	300	20
	350	15
	450	15
10	250	20
	300	20
	350	15
	450	15
20	160	20
	250	20
	300	15
	350	10
	450	10
50	160	20
	250	15
	300	10
	350	5
	450	5
100	160	15
	250	10
	300	7
	350	5
	450	5
200	160	15
	250	10
	300	7
500	160	10
10 + 10	450	10
20 + 20	350	10
	450	5
30 + 150	350	5
50 + 50	300	10
	350	10
	450	5
100+100	250	10
	300	7
150+150	250	10
300+100	50	20
300+300	50	15

При этом ток утечки должен быть не более 1,5 *ма* для $C \cdot U \leqslant 40\,000$ и 3 *ма* — для $C \cdot U > 40\,000$.

Тангенс угла потерь у конденсаторов с номинальным напряжением 50 *в* не превышает 25%, у конденсаторов с номинальным напряжением 160—450 *в* — 15%.

При креплении конденсаторов в аппаратуре с помощью гайки они могут выдерживать вибрации в диапазоне частот от 5 до 80 *гц* или многократные удары с ускорением до 15 *g*. Срок службы конденсаторов К50-7—5000 *ч*.

§ 3. Конденсаторы типа К50-11

При разработке цветных телевизоров для уплотнения монтажа и в какой-то степени удешевления приемников уже появилась необходимость в многосекционных блоках, аналогичных блокам конденсаторов типа К50-7.

Внешний вид конденсаторов показан на рис. 5. Основными конструктивными элементами электролитического конденсатора являются секции, состоящие из анода, катода, прокладки, несущей рабочий электролит, узла уплотнения и корпуса.

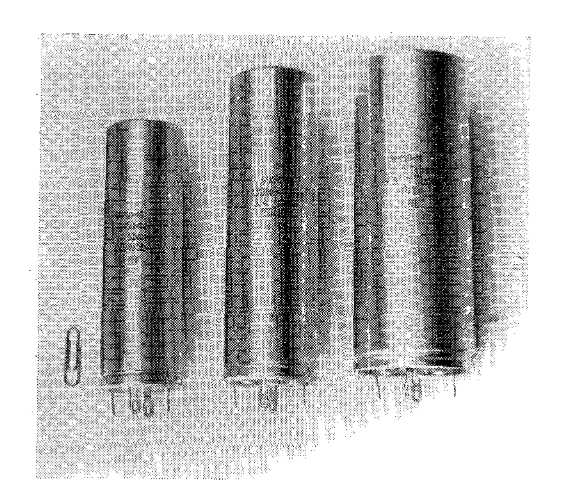


Рис. 5.

Для анодной обкладки применена травленая алюминиевая фольга в виде ленты высокой чистоты (содержание алюминия 99,99%) толщиной 100 *мк*. Анодная лента разделена на четыре отрезка, каждый из которых имеет отдельный вывод.

Катод в секции конденсатора — общий. В качестве катода для конденсаторов применена гладкая алюминиевая фольга толщиной 16 *мк*.

Для конденсаторов на рабочее напряжение 40 *в* поверхность фольги покрыта слоем специального проводящего лака с целью защиты ленты от оксидного слоя, который образуется с течением времени в процессе эксплуатации конденсатора при пульсирующем напряжении (особенно значительно это проявляется в низковольтных конденсаторах).

В качестве прокладки, несущей рабочий электролит, использована комбинация электролитической и конденсаторной бумаги. Количество слоев бумаги зависит от рабочего напряжения конденсатора.

Анод и катод, снабженные выводами и разделенные бумажной прокладкой, намотаны в цилиндрические секции. При намотке многосекционных блоков выводы анодов обычно располагаются таким образом, чтобы они равномерно распределялись по торцу секции. Секцию (рис. 6), предварительно пропитанную электролитом, устанавливают в алюминиевый корпус *7*, на дне которого для закрепления секции залит расплавленный битум *8*.

Анодные выводы *1* изолируются друг от друга и от корпуса изоляционными трубками, а катодные выводы *1* контактной сваркой привариваются к корпусу конденсатора.

Смонтированная в корпусе секция конденсатора *6* уплотняется затем фенопластовой крышкой *4*. Соединение внутренних выводов секции с наружными лепестками конденсатора осуществляется через полупустотелые заклепки *5*. Крышка, с предварительно приклеенной к ней шайбой из вулканизированной резины, завальцовывается в корпус конденсатора его краями.

В центре крышки имеется отверстие, служащее для установки клапана *2*, обеспечивающего взрывобезопасность конденсатора. Клапан состоит из резиновой прокладки *3*, уплотненной наружной шайбой. Крепление конденсаторов на шасси в аппаратуре должно осуществляться с помощью хомута.

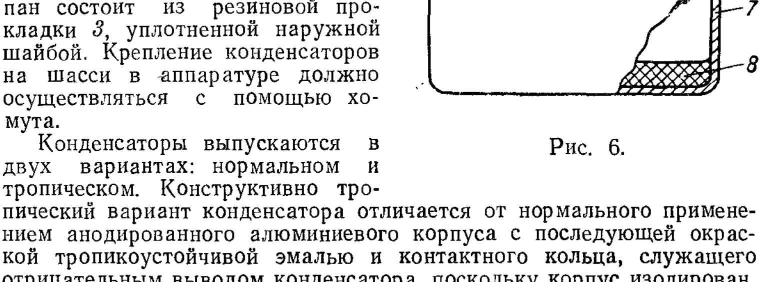


Рис. 6.

Конденсаторы выпускаются в двух вариантах: нормальном и тропическом. Конструктивно тропический вариант конденсатора отличается от нормального применением анодированного алюминиевого корпуса с последующей окраской тропикоустойчивой эмалью и контактного кольца, служащего отрицательным выводом конденсатора, поскольку корпус изолирован.

Конденсаторы предназначены для работы в цепях постоянного и пульсирующего токов.

Диапазон емкости и напряжений конденсаторов, а также их вес и габаритные размеры приведены в табл. 5.

Под «пиковым» напряжением понимается напряжение постоянного тока, которое может выдержать конденсатор в течение периодов, не превышающих 30 *сек.*, при интервале между ними не менее 5 *мин*.

При работе конденсатора в цепях пульсирующего тока амплитуда напряжения переменной составляющей частоты 50 *гц* не должна превышать 5% для конденсаторов на номинальное напряже-

ние до 350 *в* включительно и [illegible] торов на номинальное напряжение 450 *в*.

Таблица 5

Номинальное напряжение, *в*	Номинальное пиковое напряжение, *в*	Номинальная емкость, *мкф*				Диаметр, *мм*	Высота, *мм*	Вес, *Г* не более
		номер выводов						
		1	2	3	4			
450	495	50	50	30	30	34	118	170
350	400	200	100	50	50	40	138	250
350	400	150	150	50	50	40	138	250
40	45	5000	5000	1000	1000	50	138	320

При использовании конденсаторов на частотах свыше 50 *гц* амплитуда напряжения переменного тока должна уменьшаться обратно пропорционально частоте.

Рис. 7.

Ток утечки конденсаторов в нормальных условиях не должен превышать величины, вычисленной по формуле

$$I = 0{,}02CU_{ном},$$

где I — ток утечки, *мка*

C — номинальная емкость секции, *мкф*.

$U_{ном}$ — номинальное напряжение, *в*.

Тангенс угла потерь не превышает 35% для конденсаторов на номинальное напряжение 40 *в* и 15% — для конденсаторов с номинальным напряжением 350 *в* и 450 *в*.

Конденсаторы допускают эксплуатацию их при:

— температуре окружающей среды от —10 до +85° С;

— атмосферном давлении не ниже 400 *мм рт. ст.*;

— относительной влажности воздуха не более 98% при температуре +40° С;

— вибрации в диапазоне частот от 5 до 80 *гц* с ускорением до 3 *g*;

— многократных ударах с ускорением до 15 *g*.

Гарантийный срок службы конденсаторов при выполнении соответствующих технических условий — 5000 *ч*, срок хранения 5 лет.

Следует иметь в виду, что при длительном хранении электролитических конденсаторов у них в значительной степени разрушается оксидная пленка. Вследствие чего при включении такого конденсатора под напряжение ток утечки его, как правило, бывает больше в несколько раз по сравнению с током, оговоренным в ТУ, и может возрастать лавинообразно до разрушения конденсатора.

Для восстановления оксидной пленки через каждые 6 месяцев ей необходима так называемая подформовка, которая заключается в следующем: на конденсатор с последовательно подключенным к нему резистором и миллиамперметром (рис. 7) подается напряжение, постоянно повышаемое от нуля до номинального значения. Номинальная мощность резисторов R должна быть не менее 2 *вт*, а величину сопротивления выбирают в зависимости от номинальных данных конденсатора, который подвергается подформовке. Через 30 *мин* после подачи на конденсатор номинального напряжения его емкость и ток утечки должны придти к норме, оговоренной в ТУ.

ГЛАВА ВТОРАЯ

АЛЮМИНИЕВЫЕ ОКСИДНО-ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ

§ 4. Конденсаторы типа К53-8

К оксидно-полупроводниковым конденсаторам относятся конденсаторы, у которых жидкий или пастообразный электролит заменен твердым полупроводником. В качестве такого полупроводника используется двуокись марганца (MnO_2), нанесенная на оксидную пленку алюминия пиролитическим способом. К тому же эти конденсаторы не требуют подформовки (включения под номинальное напряжение) в течение времени хранения, как, например, конденсаторы К50-6, К50-7 и др. Использование твердого электролита позволило получить конденсаторы, обладающие высокой стабильностью электрических характеристик при изменении окружающей температуры и частоты питающего напряжения.

Анод алюминиевого оксидно-полупроводникового конденсатора изготавливается из алюминиевой фольги толщиной 20 *мк* с площадью, равной 1×1 *см*. Для повышения емкости фольга, как и у предыдущих конденсаторов, предварительно подвергается электрохимическому травлению.

Выводы конденсаторов проволочные. Один из них (анодный) приваривается к лепестку алюминиевой фольги, не покрытому двуокисью марганца; другой (катодный) припаивается к слою свинцово-оловянного припоя, который для лучшего контактирования нанесен на слой двуокиси марганца. В таком виде конденсатор помещается в пластмассовый корпус и заливается эпоксидным компаундом. Подобная конструкция конденсатора обеспечивает ему надежную защиту от действия влаги. Внешний вид конденсаторов показан на рис. 8.

Оксидно-полупроводниковые конденсаторы рассчитаны на работу в составе аппаратуры в цепях постоянного и пульсирующего

2 Заказ № 2294

токов в интервале температур от −60 до +85° С. Конденсаторы включают в себя 9 типономиналов с емкостью от 0,5 до 20 *мкф* и в зависимости от номинального напряжения делится на четыре группы: 15, 6, 3 и 1,5 *в*, в которые входят, соответственно, конденсаторы с номинальными емкостями 0,5; 1,0 и 2 *мкф*; 2 и 5 *мкф*; 5 и 10 *мкф* и в последнюю — 10 и 20 *мкф*. Допустимые отклонения действительной величины емкости от номинальной лежат в пределах ±20%, +50% и −20%.

Геометрические размеры конденсаторов не превышают 13×15 *мм* при толщине от 3 до 4 *мм*, вес не более 2,5 *Г*.

При использовании конденсаторов в цепях с пульсирующим напряжением амплитуда напряжения переменной составляющей, по отношению к номинальному напряжению, не должна быть больше 20% на частотах до 50 *гц* включительно. На частотах выше 50 *гц* амплитуда напряжения переменной составляющей должна уменьшаться обратно пропорционально частоте.

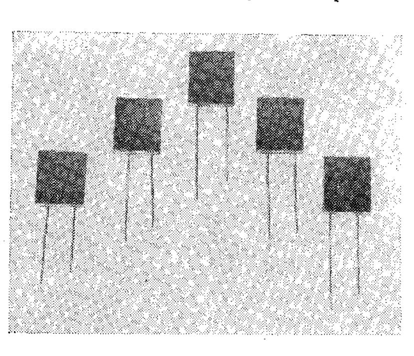


Рис. 8.

Как отмечалось выше, температурные характеристики емкости и тангенса угла диэлектрических потерь алюминиевых оксидно-полупроводниковых конденсаторов К53-8 значительно превосходят характеристики алюминиевых электролитических конденсаторов, таких как К50-6, К50-7 и др. Так, тангенс угла потерь у конденсаторов К53-8 на номинальные напряжения 1,5; 3 и 6 *в* составляет 20%, а на номинальное напряжение 15 *в* — не более 15%.

Ток утечки конденсаторов при использовании их в нормальных условиях не превышает 13 *мка* и 43 *мка* при повышенной предельной температуре. Изменение емкости конденсаторов при крайних предельных температурах может отличаться на величину от +20 до +50% при положительной температуре и от −25 до −40% — при отрицательной температуре в зависимости от номинального напряжения.

Конденсаторы К53-8 работоспособны при относительной влажности до 98% и температуре +40° С, атмосферном давлении от 5 до 2280 *мм рт. ст.*, воздействии вибрации в диапазоне частот от 5 до 2500 *гц* с ускорением до 18 *g*, многократных ударах с ускорением до 150 *g*.

Срок службы конденсаторов — 5000 *ч*, хранения — 12 лет.

§ 5. Конденсаторы типа К53-4

Длительное время для изготовления анодов электролитических конденсаторов применялся только алюминий. На его базе были созданы серии различных типов и назначений конденсаторов. Однако наряду с положительными качествами этих конденсаторов они вследствие химической активности алюминия имеют ряд существенных недостатков. К таким недостаткам прежде всего относятся повышенный ток утечки, сильная зависимость емкости от температуры и тангенса угла потерь от частоты.

В последние годы широкое применение в производстве электролитических конденсаторов нашел *тантал*. Оксидная пленка на нем отличается высокой химической стабильностью и высокими диэлектрическими свойствами, что позволило создать электролитические конденсаторы (как фольгового типа, так и с пористыми анодами), более надежные и пригодные для работы в широком интервале рабочих температур. Однако несмотря на то, что использование тантала позволило повысить класс конденсаторов по сравнению с алюминиевыми, незначительные залежи тантала в земной коре, а следовательно, его острая дефицитность, резко ограничивают возможность производства электролитических танталовых конденсаторов и их широкое применение в радиоэлектронной аппаратуре.

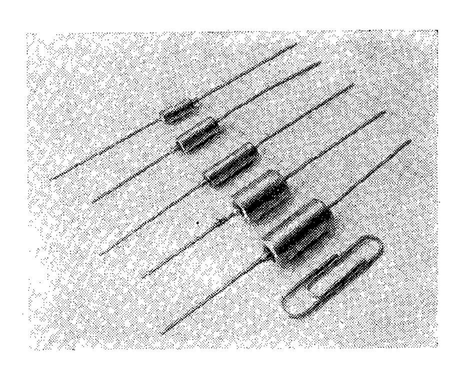
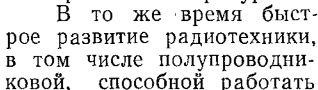


Рис. 9.



В то же время быстрое развитие радиотехники, в том числе полупроводниковой, способной работать в значительном диапазоне отрицательных и положительных температур, критичной к повышенным токам утечки, настойчиво выдвигает задачу изыскания новых материалов для анодов конденсаторов менее дефицитных, чем тантал, но не уступающих последнему по своим свойствам и габаритам.

Наиболее близким по электрическим характеристикам к танталу является *ниобий*. Удельный вес его в два раза меньше, чем тантала, а диэлектрическая проницаемость окиси ниобия высока и превосходит диэлектрическую проницаемость окиси тантала в полтора раза, что может значительно увеличить удельную емкость ниобиевых конденсаторов.

Ниобиевые конденсаторы типа К53-4 представляют собой цилиндр с диаметром в зависимости от номинального напряжения и емкости от 3,2 до 7,2 *мм* при длине от 7,5 до 16 *мм* с осевыми выводами (рис. 9).

Аноды конденсаторов выполнены путем прессования таблеток из ниобиевого порошка с последующим спеканием их при температуре ~ 2000° С и после этого, в вакууме, наносится оксидированный слой.

В качестве второй обкладки конденсаторов применяется двуокись марганца, получаемая при разложении азотнокислого марганца. Поверх двуокиси марганца наносится так называемый аквадаг (раствор графита в воде) и затем путем вжигания серебра

наносится контактирующий катодный слой металла. Изготовленный таким образом элемент впаивается в металлический корпус (рис. 10). Герметизация конденсатора осуществлена впайкой изолятора, трубка которого у наружного края с целью улучшения пайки анодного вывода слегка развальцована.

Конденсаторы предназначены для работы в цепях постоянного и пульсирующего тока в интервале температур от −60 до +85° С. В случае работы конденсаторов в цепях пульсирующего тока амплитуда напряжения переменной составляющей по отношению к номинальному напряжению не должна быть больше:

20% — при частоте до 50 *гц* включительно,
5% — » » свыше 50 до 500 *гц*,
3,5% — » » » 500 » 1 000 *гц*,
1,25% — » » » 1 000 » 5 000 *гц*,
0,8% — » » » 5 000 » 10 000 *гц*,
0,5% — » » » 10 000 » 20 000 *гц*,

При этом сумма амплитуды напряжения переменной составляющей и величины напряжения постоянного тока не должна превышать номинального напряжения. Соединенные попарно положительными или отрицательными выводами конденсаторы можно использовать как неполярные.

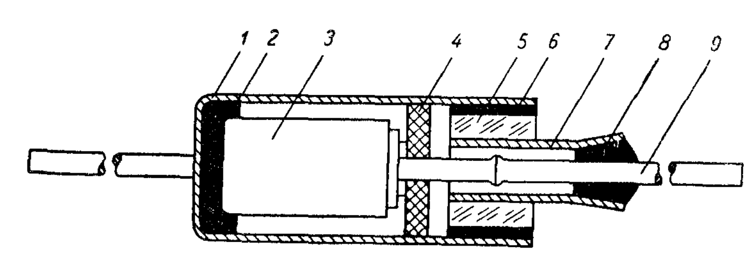


Рис. 10.

Конденсаторы К53-4 включают в себя 37 типономиналов с емкостью от 0,47 до 100 *мкф*. Допустимые отклонения действительной величины емкости от номинальной составляют ±10%, ±20% и ±30%.

Геометрические размеры конденсаторов, вес, номинальные напряжения и емкость приведены в табл. 6.

Ток утечки оксидно-полупроводниковых конденсаторов намного меньше, чем у всех ранее отмеченных электролитических конденсаторов, и в нормальных климатических условиях не превышает 10 *мка* (в зависимости от номинального напряжения) для емкостей от 0,68 до 15 *мкф* и 25 *мка* для емкости от 15 до 100 *мкф*. Тангенс угла потерь для тех же условий, номинальных напряжений и емкостей не превышает 15 и 20%, соответственно.

При температуре +85° С ток утечки и емкость конденсатора значительно возрастут, причем ток не более чем в 10 раз, а

Таблица 6

Номинальная емкость, *мкф*	Номинальное напряжение, *в*	Размеры, *мм*		Вес, *Г* не более
		диаметр	длина	
0,68; 1,0; 1,5; 2,2; 3,3; 4,7;	6	3,2	7,5	0,5
6,8; 10;		4	10	1,0
15; 22;			13	1,1
33; 47		7,2	12	3,5
68; 100			16	4,0
0,47; 0,68; 1,0; 1,5; 2,2; 3,3	15	3,2	7,5	0,5
4,7; 6,8		4	10	1,0
10; 15			13	1,1
22; 30		7,2	12	3,5
47; 68			16	4,0
1,0; 1,5; 2,2	20	3,2	7,5	0,5
3,3; 4,7		4	10	1,0
6,8; 10			13	1,1
15; 22		7,2	12	3,5
33; 47			16	4,0

емкость до +35%. Конденсаторы диаметром 3,2 и 4 *мм*, укрепленные в составе аппаратуры непосредственно за выводы, а конденсаторы диаметром 7,2 *мм* — жестко за корпус с помощью хомутиков или скоб, могут выдержать без механических повреждений и изменения емкости следующие нагрузки:

— вибрации в диапазоне частот от 5 до 2500 *гц* с ускорением до 20 *g*;

— ударной нагрузки с ускорением до 150 *g*;

— линейной нагрузки с ускорением до 250 *g*.

Срок службы конденсаторов составляет 5000 *ч*, хранения — 11 лет.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

ПЛЕНОЧНЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ

§ 6. Конденсаторы типа ПМ-1, ПМ-2

Пленочными конденсаторами называются конденсаторы с диэлектриком из синтетических пленок, например, из полистирола или полиэтилентерефталата, которые широко используются при изготовлении конденсаторов.

Наиболее важное свойство полистирольных конденсаторов — их исключительно высокое сопротивление изоляции, низкая диэлектрическая абсорбция, в результате чего они способны запасать электрический заряд и полностью отдавать его по мере иадобности. Конденсаторы с такими свойствами могут быть использованы в цепях точной выдержки времени для интегрирующих цепей и для настроенных контуров с высокой добротностью.

Одним из представителей полистирольных конденсаторов является конденсатор типа ПМ (рис. 11). Малогабаритный конденсатор ПМ состоит из двух полосок алюминиевой фольги-обкладки, отделенных друг от друга слоем полистирольной пленки. Обкладки вместе с диэлектриком на оправке намоточного станка свернуты в рулон (секцию). Выводы от обкладок сделаны из тонких медных проволочек, заложенных между обкладками и диэлектриком. После сварки конденсатор несколько часов прогревается при высокой температуре. При этом пленка дает усадку, обеспечивая плотное прилегание ее к обкладке, устраняются воздушные включения между ними, а торцы секций спекаются. Подобная технология значительно улучшает стабильность конденсатора.

Конденсаторы типа ПМ выпускаются промышленностью двух видов: ПМ-1 и ПМ-2.

В отличие от конденсаторов ПМ-1, которые являются конденсаторами открытого типа, намотанные секции конденсаторов ПМ-2 устанавливаются в цилиндрические алюминиевые корпуса, которые с торцов уплотняются текстолитовыми шайбами и заливаются компаундом на основе эпоксидной смолы. Внешний вид их напоминает конденсаторы типа МБМ.

Такие конденсаторы работоспособны при относительной влажности воздуха до 98%, в то время как неуплотненные, открытого типа конденсаторы ПМ-1 могут работать при относительной влажности воздуха не выше 80%.

Конденсаторы допускают эксплуатацию их в условиях вибрации, создающей ускорение до 10 *g*, при этом они должны быть жестко закреплены на шасси аппаратуры при помощи хомутов.

Конденсаторы разработаны на номинальное напряжение постоянного тока 60 *в* и предназначены для работы в цепях постоянного, переменного и пульсирующего токов в интервале температур от —60 до +70° С.

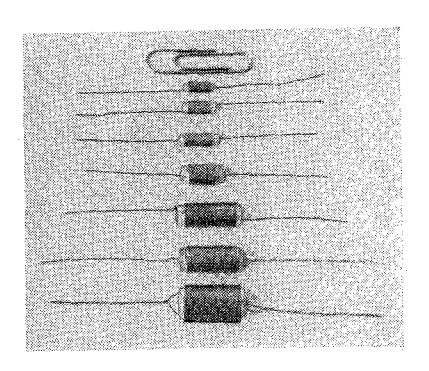


Рис. 11.

При работе конденсаторов в цепях переменного тока эффективное значение напряжения не должно превышать номинального.

Значения номинальных емкостей конденсаторов ПМ-1 и ПМ-2, их размеры и вес приведены в табл. 7.

Допустимые отклонения действительной емкости от номинальной составляет ±5% для конденсаторов I класса, ±10% для конденсаторов II класса и ±20% для конденсаторов III класса точности.

Тангенс угла потерь в нормальных условиях для конденсаторов ПМ-1 емкостью до 1000 *пф* не должен превышать $10 \cdot 10^{-4}$ и быть не более $15 \cdot 10^{-4}$ при температуре +70° С.

Для конденсаторов ПМ-2 емкостью 1100 *пф* и выше тангенсы угла потерь не более $15 \cdot 10^{-4}$ при нормальных условиях и не более $20 \cdot 10^{-4}$ при +70° С. Температурный коэффициент емкости конденсаторов в интервале различных температур от +20 до +70° С должен быть не более $-200 \cdot 10^{-6}$ *град*$^{-1}$.

§ 7. Конденсаторы типа К74-5

В рассматриваемых конденсаторах (рис. 12) диэлектриком является пленка из полиэтилентерефталата (лавсан). Конденсаторы выпускаются на номинальное напряжение 50 *в*, но могут работать и при напряжении 100 *в* при условии сокращения срока службы с 5000 до 1000 *ч*. Они рассчитаны на работу в цепях постоянного и пульсирующего тока в интервале температур от —20 до +70° С. Конденсаторы включают в себя 15 типономиналов емкостью от 1000 *пф* до 0,22 *мкф*. Конденсаторы емкостью 1000 ÷ 6800 *пф* имеют габаритные размеры не более 5,5×2,5×13,5 *мм*, емкостью 0,01 до 0,22 *мкф* — от 6,5×3,5×13,5 до 16,5×10,5×17 *мм*. Допустимое отклонение действительной величины емкости от номинальной ±10 и ±20%. При работе конденсаторов в цепях пульсирующего тока амплитуда напряжения переменной составляющей не должна

Таблица 7

Пределы номинальных емкостей, *пф*	Габариты и вес					
	ПМ-1			ПМ-2		
	диаметр, *мм*	длина, *мм*	вес, *Г*	диаметр, *мм*	длина, *мм*	вес, *Г*
100; 300; 510	3,4	9	0,4	4	14	0,8
750; 1000	4	11	0,5	5	16	1,0
1100; 1200; 1300; 1500	5,5	12	0,8	6	18	2,0
1600; 1800; 2000; 2200	5,5	18	1,2	6	24	2,5
2400	5,5	18		6	24	2,5
2700; 3000; 3300	6	18	1,6	7,5	24	3,0
3600; 3900	6,7	18	1,8	7,5	24	3,0
4300; 4700; 5100; 5600	7,5	18	2,0	8,5	24	3,5
6200; 6800; 7500; 8200	9	18	2,3	10	24	4,0
от 9100 *пф* до 0,01 *мкф*	10	18	2,5	11	24	4,5

превышать 25% при частоте пульсации до 1000 *гц*, 5% — при частоте от 5000 *гц* и 2,5% — при частоте от 10 000 до 20 000 *гц*.

Тангенс угла потерь в нормальных условиях не должен быть больше 0,01.

При крайних температурах окружающей среды —20° С и +70° С емкость конденсаторов не должна отличаться от измеренной в нормальных условиях более чем на ±5%, а тангенс угла потерь не должен превышать 0,01 при +70° С и 0,02 при —20° С.

Конструктивно конденсаторы выполнены в виде прямоугольников, уплотненных эпоксидным компаундом. Выводы конденсаторов проволочные, однонаправленные, что создает удобство при использовании их в схемах с печатным монтажом. Конденсаторы работоспособны при относительной влажности воздуха 98% при +20° С, в условиях вибрации в диапазоне частот 10—80 *гц* с ускорением не более 2,5 *g*. Конденсаторы выдерживают ударную нагрузку с ускорением до 12 *g*.

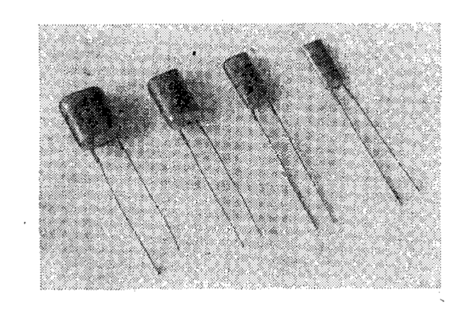


Рис. 12.

§ 8. Конденсаторы типа К74-8

В конденсаторах типа К74-8 (рис. 13), также как и в конденсаторах К74-5, диэлектриком между фольговыми обкладками является полиэтилентерефталатная пленка, но отличие состоит в том, что конструктивно они выпускаются как в обычном, так и в тропическом вариантах. Для защиты конденсаторов от влаги секции с припаянными выводами помещают в пластмассовые корпуса прямоугольной или цилиндрической формы.

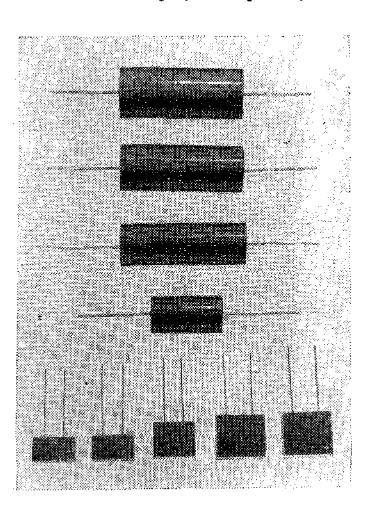


Рис. 13.

В дне корпуса прямоугольной формы имеются отверстия, через которые пропущены выводы с жестко выдержанными между ними размерами, что создает удобство при использовании конденсаторов в схемах с печатным монтажом. Корпуса циллиндрической формы с выводами в разные стороны предназначены для навесного монтажа с жестким креплением их за корпус. Уплотнение конденсаторов со стороны выводов и второго торца осуществляется соответствующими компаундами, которые после нагревания полимеризуются в монолитную массу.

Конденсаторы по номинальным напряжениям делятся на пять групп и имеют емкость от 1000 *пф* до 1 *мкф* с отклонениями действительной величины от номинальной ±10, ±20 и ±30%.

Предназначены они для работы в интервале температур от —60 до +85° С в условиях постоянного и пульсирующего токов. Данные конденсаторов прямоугольной и цилиндрической формы приведены в табл. 8 и 9 соответственно.

При работе конденсаторов в цепях пульсирующего тока амплитуда напряжения переменной составляющей при частоте 50 *гц*

Таблица 8

Номинальная емкость	Единицы измерения	Номинальное напряжение, *в*	Размеры, *мм*			Вес, *Г*
			ширина	толщина	высота	
0,1÷0,25	*мкф*	50	18	9÷12	16÷18	6÷8
1000÷6800	*пф*	100	15÷18	5÷12	9÷18	2÷8
0,01÷0,1	*мкф*					
1000÷6800	*пф*	200	15÷18	5÷12	9÷18	2÷8
0,01÷0,068	*мкф*					
1000÷6800	*пф*	400	15÷18	5÷13	9÷21	2÷9
0,01÷0,047	*мкф*					
1000÷6800	*пф*	630	15÷18	5÷11	9÷17	2÷8
0,01÷0,022	*мкф*					

Таблица 9

Номинальная емкость, *мкф*	Номинальное напряжение, *в*	Размер, *мм*		Вес, *Г*
		диаметр	высота	
0,33÷1,0	50	15÷17	27÷49	11÷22
0,15÷0,68	100	15÷18	27÷49	11÷25
0,1÷0,47	200	14÷18	27÷49	9÷25
0,068÷0,33	400	15÷19	27÷49	11÷27
0,033÷0,22	630	15÷20	27÷49	11÷35

должна быть не больше 20% номинального напряжения, при частоте 500 *гц* — не больше 7,5%, при частоте до 1000 *гц* — не больше 5% и свыше 1000 *гц* до 1000 *гц* — не больше 2,5%; сумма амплитуды напряжения переменной составляющей и величины напряжения постоянного тока не должны превышать номинального напряжения.

Тангенс угла потерь при нормальной температуре — не более 0,01. При крайних температурах окружающей среды емкость конденсаторов может изменяться до ±10%, а тангенс угла потерь должен быть не более 0,015.

Конденсаторы работоспособны при относительной влажности воздуха до 98% при температуре +40° С, выдерживают вибрации в диапазоне частот от 5 до 200 *гц* с ускорением 4 *g* и многократных ударов — с ускорением до 15 *g*.

Срок службы конденсаторов К74-8 установлен до 5000 *ч*.

КЕРАМИЧЕСКИЕ КОНДЕНСАТОРЫ

§ 9. Конденсаторы типа К107-А, К107-В

В последние годы в связи с развитием полупроводниковой техники, которой достаточно рабочих напряжений до 10÷30 *в*, широкое распространение получили керамические конденсаторы на основе тонких пленок.

Такие конденсаторы конструктивно просты, технологичны и дешевы. К ним относятся конденсаторы серии К10-7. В зависимости от номинального напряжения конденсаторы изготавливаются двух видов: К10-7А и К10-7В (рис. 14).

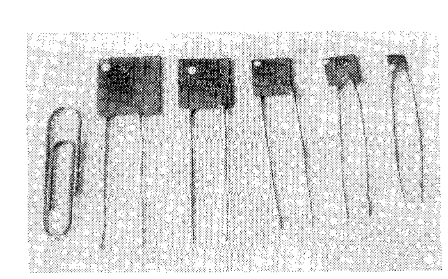


Рис. 14.

Конденсаторы серии К10-7А представляют собой прямоугольную пластину с нанесенными на плоскости серебряными электродами с зазором по краю. В блок конденсатора собирается не более трех пластин, причем только для блока самого большого видоразмера. Остальные видоразмеры конденсаторов состоят из одной пластины, что значительно повышает их технологичность. Конденсаторы серии «А» имеют толщину пленки порядка 0,35÷0,40 *мм* и рассчитаны на рабочее напряжение до 250 *в*.

Конденсаторы серии «В» относятся к так называемой «беззазорной» конструкции, т. е. они не имеют межэлектродных промежутков на плоскости пластины.

Эта особенность в конструкции конденсаторов позволяет полностью использовать объем керамического диэлектрика, что значительно повышает их удельную емкость.

Если провести сравнение конденсаторов К10-7 с другими конденсаторами по пределам номинальных емкостей и величине удельной емкости, то будет видно, что среди отечественных керамических конденсаторов они уступают только конденсаторам типа КМ и значительно превышают по удельной емкости бумажные конденсаторы (табл. 10).

Однако поскольку межэлектродные промежутки у конденсаторов весьма малы (зазор равен толщине керамической пленки, т. е. 0,18—0,22 *мм*), рабочее напряжение конденсаторов К10-7В не превышает 25 *в*.

Выводы конденсаторов обеих серий однонаправленные, что очень удобно при использовании их на платах с печатным монтажом. Для повышения механической прочности и влагостойкости они покрыты оксидным компаундом.

Таблица 10

№№ п/п	Вид конденсатора	$C_{макс}$, *мкф*	$U_{ном}$, *в*	$C_{v макс}$, *мкф/см³*
1	К10-7	0,1	25÷350	0,18
2	КТ-1 и КТ-2	0,015	160÷500	0,09
3	КД-1 и КД-2	0,040	160÷500	0,04
4	КПС	0,047	250	0,03
5	КМ	1,0	35÷350	0,8
6	КЛС	0,033	35÷125	0,14
7	БМТ	0,22		0,025
8	КБГИ	0,1		0,02

Конденсаторы допускают эксплуатацию их в следующих условиях и режимах:

— интервал рабочих температур от —25 до +70° С в цепях постоянного, переменного и импульсного токов;

— относительной влажности воздуха не более 98% при температуре +40° С;

— атмосферного давления не ниже 400 *мм. рт. ст.;*

— вибрации с ускорением до 2,5 *g* в диапазоне частот от 5 до 80 *гц*, ударной нагрузке с ускорением до 12 *g*.

Таблица 11

Вид конденсатора	Группа по ТКЕ	Номинальное напряжение, *в*	Номинальная емкость, *пф*	Допустимая реактивная мощность, *ва*	Габариты, *мм*	Вес, *Г*
К10-7В	М47 М75 М750 М1500 Н30 Н70 Н90	25	22÷270 22÷270 47÷680 68÷1000 $680 \div 10^4$ $1500 \div 22 \cdot 10^3$ $3300 \div 47 \cdot 10^3$	20÷100	4·4·3—12·12·4	от 1 до 2,5
К10-7А	М47 М75 М750 М1500 Н30 Н70	250	6,8÷270 10÷330 12÷560 22÷1200 220÷6800 470÷6800	20÷100	4·4·4—12·12·5	от 1,5 до 5
	Н70 Н90	160	$10^4 \div 22 \cdot 10^3$ $1000 \div 10^4$			
	Н90	100	$15 \cdot 10^3 \div 33 \cdot 10^3$			

Конденсаторы допускают хранение их в течение 8,5 лет. Срок службы при выполнении соответствующих технических условий равен 5000 *ч*.

Номинальные емкости конденсаторов, группы по ТКЕ, допустимые реактивные мощности, а также габаритные размеры и вес приведены в табл. 11.

ТКЕ — температурный коэффициент емкости — величина, характеризующая циклическое изменение емкости конденсатора при изменении температуры на 1° С.

Циклическое изменение — это изменение емкости конденсатора в зависимости от изменения температуры по закону, близкому к прямолинейному. При этом емкость конденсатора должна вернуться к исходному значению по установлении первоначальной температуры.

Наилучшей цикличностью обладают керамические конденсаторы. Для них обычно указывается средняя величина ТКЕ в заданном интервале температур, которые принято выражать в миллионных долях от емкости конденсатора при нормальной температуре на один градус Цельсия (10^{-6} на 1° С) (табл. 12).

Таблица 12

Условное обозначение группы конденсаторов	ТКЕ в интервале температур от +20 до +85° С	Цвет покрытия конденсаторов	Цвет маркировочной точки
М47	$-(47 \pm 30) \cdot 10^{-6}$	Голубой	Без точки
М75	$-(75 \pm 30) \cdot 10^{-6}$	»	Красный
М750	$-(750 \pm 100) \cdot 10^{-6}$	Красный	Без точки
М1500	$-(1500 \pm 200) \cdot 10^{-6}$	Зеленый	» »

Конденсаторы изготавливаются со следующими допускаемыми отклонениями действительной величины емкости от номинальной: +50% —20% для конденсаторов группы Н30; +80% —20% для конденсаторов группы Н70, Н90; ±10, ±20% для конденсаторов группы М47, М75, М750, М1500.

§ 10. Конденсаторы типа К10У-2

Клиновидные конденсаторы К10У-2 (рис. 15) являются безиндукционными, безвыводными конденсаторами, предназначенными только для печатного монтажа. Они представляют собой прессованную, с последующим обжигом керамику, на которую нанесены серебряные обкладки, служащие выводами при монтаже конденсаторов в аппаратуре.

Учитывая малую теплостойкость керамических материалов, режим пайки их должен исключать термоудар. Для этого конденсаторы перед пайкой должны быть предварительно нагреты. Перепад между температурой конденсаторов и припоя должен быть не более 100° С.

В зависимости от температурного коэффициента емкости конденсаторы изготавливаются шести групп: М47, М75, М750, М1500, Н20, Н90. Причем группа Н90 может работать при температуре окружающего воздуха от —60° С до +85° С, а остальные — при температуре от —60° С до +125° С.

Конденсаторы рассчитаны на номинальное напряжение постоянного тока, равного 400 *в*, и могут работать в цепях постоянного,

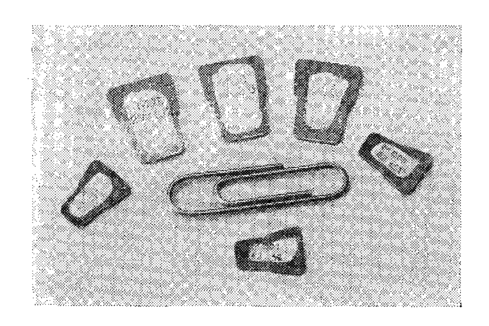


Рис. 15.

переменного и импульсного токов. При использовании конденсаторов в цепях с напряжением переменного тока максимальное значение его не должно превышать величины, определяемой допустимой реактивной мощностью конденсатора.

Пределы номинальных емкостей конденсаторов в зависимости от группы по ТКЕ, допустимая реактивная мощность и габаритные размеры приведены в табл. 13. Независимо от емкости и габаритных размеров толщины всех конденсаторов не превышают 1 *мм*.

Таблица 13

Группа по ТКЕ						Размеры, *мм*		Допустимая реактивная мощность, *ва*	Вес, *Г*
М47	М75	М750	М1500	Н20	Н90	длина	ширина		
Пределы номинальных емкостей, *пф*									
1,5÷5,6	3,3÷15	3,3÷24	10÷47	150 220 330 470	1500 2200	$7,5^{+0,5}_{-0,2}$	$10^{+0,5}_{-0,2}$	40	2
6,2÷10	16÷24	27÷39	51÷100	680 1000	3300 4700	$10^{+0,5}_{-0,2}$	$13^{+0,5}_{-0,3}$	60	4

Тангенс угла потерь конденсаторов в нормальных условиях и при повышенной температуре, а также допустимое отклонение действительной величины емкости от номинальной показаны в табл. 14.

Таблица 14

Группа по ТКЕ	Допуск по емкости, %	Тангенс угла потерь	
		нормальные условия	повышенная температура
М47, М75, М750, М1500	±5; ±10; ±20	0,0012	0,0018
Н20	±20; $^{+50}_{-20}$	0,025	0,025
Н90	$^{+80}_{-20}$	0,035	0,035

Конденсаторы работоспособны при относительной влажности воздуха 98% и температуре +40° С, вибрации с ускорением до 2,5 *g* в диапазоне частот от 10 до 80 *гц* и ударной нагрузке с ускорением до 12 *g*. Срок службы К10У-2 составляет 5000 *ч*.

§ 11. Конденсаторы типа К10У-5

Одной из разновидностей керамических конденсаторов на полупроводниковой основе являются конденсаторы типа К10У-5 (рис. 16).

Конденсаторы этого типа имеют принципиальное отличие от всех других, ранее известных керамических конденсаторов, заключающееся в следующем. Конденсаторы К10У-5 обладают большой удельной емкостью, близкой к электролитическим конденсаторам, и имеют предельную номинальную емкость 2,2 *мкф*.

Для них характерна простая технология изготовления, применение дешевого недефицитного сырья, что обеспечивает их низкую стоимость. Однако область применения их сравнительно узка. Конденсаторы могут быть использованы только в цепях, где сопротивление изоляции и тангенс угла потерь не играют существенной роли. Зависимость сопротивления изоляции конденсаторов и тангенса угла потерь на частоте 1000 *гц* от номинального напряжения при окружающей температуре +20 и +85° С приведена в табл. 15.

Таблица 15

Номинальное напряжение, *в*	Температура, °С			
	+20		+85	
	сопротивление изоляции, *мом·мкф*	тангенс угла потерь	сопротивление изоляции *мом·мкф*	тангенс угла потерь
3	0,005	0,05	0,002	0,07
10	0,03	0,1	0,01	0,15
25	2	0,1	0,02	0,15
50	5	0,1	0,05	0,15
100	25	0,1	0,25	0,15

Конденсатор представляет собой керамический диск из сегнетокерамического материала, который восстановлен в водороде до высокой электропроводности. После восстановления диск окисляется в воздушной среде и на его поверхности образуется тонкий диэлектрический слой исходного материала. На поверхность окисленной заготовки наносится серебряный электрод, к которому крепятся медные посеребренные выводы. Затем конденсатор покрывается компаундом. Выводы конденсаторов однонаправленные, что очень удобно при монтаже их на печатных платах. Расстояния между выводами у конденсаторов с различными габаритами, номинальные емкости и напряжения, диаметры, веса приведены в табл. 16. Причем независимо от диаметра толщина всех типов конденсаторов не превышает 5 *мм*.

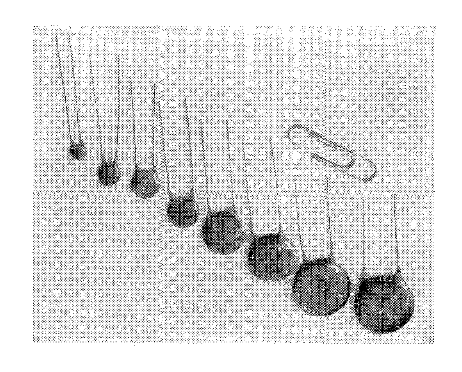


Рис. 16.

Конденсаторы предназначены для работы в интервале температур от —60 до +85° С в цепях постоянного, переменного и импульсного токов. Допустимое отклонение емкости конденсаторов от номинальной —20 +80%. При температуре +85° С у конденсаторов на номинальное напряжение 3 *в* емкость может измениться на ±20%, а у конденсаторов с номинальным напряжением 10; 25; 50 и 100 *в* на — 90%. Конденсаторы рассчитаны на работу при относительной влажности воздуха до 98% при +40° С, вибрации с ускорением до 4 *g* в диапазоне частот от 10 до 200 *гц* и ударной нагрузки с ускорением до 12 *g*. Гарантированный срок службы конденсаторов установлен 5000 *ч*.

§ 12. Высоковольтные конденсаторы типа К15-4, К15-5 и КВИ

Все возрастающее развитие отечественной радиоэлектронной аппаратуры значительно расширило требование и к высоковольтным керамическим конденсаторам. До настоящего времени низкочастотную группу высоковольтных конденсаторов, за исключением конденсаторов серии КВИ (керамические высоковольтные импульсные), представляли конденсаторы типа КОБ и типа КВДС с ограниченным рядом видономиналов по емкости и напряжению.

В связи с этим возникла необходимость разработки новых серий низкочастотных высоковольтных конденсаторов с расширением шкалы по емкости и напряжению.

Такими являются конденсаторы типа К15-4 (рис. 17), разработанные на базе конденсаторов КОБ (керамические высоковольтные боченочные), и конденсаторы типа К15-5 (рис. 18), разработанные на базе конденсаторов КВДС (керамические высоковольтные дисковые сегнетокерамические).

Таблица 16

Номинальная емкость, *мкф*	Номинальное напряжение, *в*	Размеры, *мм*		Вес, *Г*
		диаметр	расстояние между выходами	
1	2	3	4	5
0,1	3	6	2,5	0,5
0,22		8	5	0,6
0,47		10		0,7
1,0		14	7,5	1,5
2,2		18		2,5
0,01; 0,015	10	6	2,5	0,5
0,022; 0,033				
0,047; 0,068		8	5	0,6
0,1; 0,15		10	5	0,7
0,22; 0,33		14	7,5	1,5
0,47		18		2,5
0,0068; 0,01	25	6	2,5	0,5
0,015; 0,02				
0,033; 0.047		8	5	0,6
0,068		10		0,7
0,1; 0,15		14	7,5	1,5
0,22; 0,33		18		2,5

Продолжение

Номинальная емкость, *мкф*	Номинальное напряжение, *в*	Размеры, *мм*		Вес, *Г*
		диаметр	расстояние между выходами	
1	2	3	4	5
0,0068	50	6	2,5	0,5
0,01; 0,015		8	5	0,6
0,022; 0,033		10		0,7
0,047; 0,068		14	7,5	1,5
0,1; 0,15		18		2,5
0,0047	100	6	2,5	0,5
0,0068		8	5	0,6
0,01; 0,015		10		0,7
0,022; 0,033		14	7,5	1,5
0,047; 0,068		18		2,5

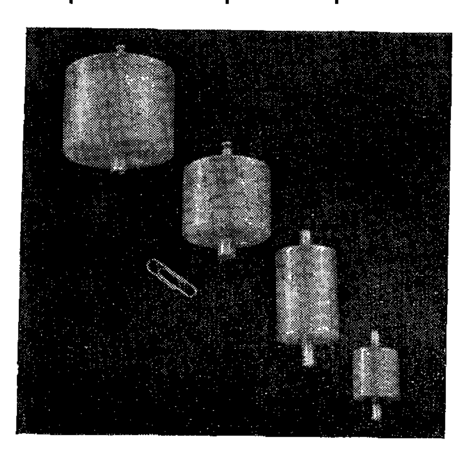


Рис. 17.

Одной из основных характеристик низкочастотных керамических конденсаторов является их удельная энергия:

$$W = \frac{CU^2}{2V},$$

где C — емкость конденсатора;
U — рабочее напряжение;
V — объем, занимаемый конденсатором.

Исходя из этого, для обеспечения возможно малых размеров конденсаторов керамика должна обладать наибольшей диэлектрической проницаемостью и электрической прочностью. Этому требованию в наибольшей степени соответствует керамический материал Т-4000.

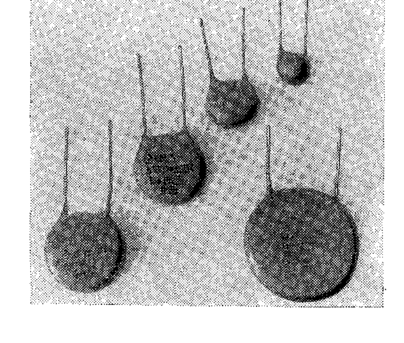


Рис. 18.

В зависимости от условий использования конденсаторов в радиоэлектронной аппаратуре, значения номинальной емкости и рабочего напряжения в качестве диэлектрика для низкочастотных высоковольтных конденсаторов были применены керамические материалы четырех видов, характеристики которых приведены в табл. 17.

Материал Т-150 — это высокочастотная керамика с пониженным значением диэлектрической проницаемости используется для получения конденсаторов с малыми значениями емкости.

Таблица 17

Обозначение материалов	Диэлектрическая проницаемость ε	Диэлектрические потери $\operatorname{tg} \delta$	Удельное объемное сопротивление, *ом·см*	Интервал рабочих температур °С	Изменение электрической проницаемости в интервале рабочих температур, %
Т-150	150	$(1-2)\,10^{-4}$	$10^{12}-10^{13}$	$-60\div+125$	± 20
Т-900	900	$2\cdot10^{3}$	$10^{11}-10^{12}$	$-60\div+100$	± 50
Т-1000	1300—1500	$(1-2)\,10^{-2}$	$10^{10}-10^{11}$	$-40\div+85$	± 10
Т-4000	4000—5000	$(1-3)\,10^{-2}$	$10^{10}-10^{11}$	$-40\div+85$	± 70

Т-900 — материал, обладающий малыми диэлектрическими потерями, используется в конденсаторах, предназначенных для

работы в импульсных режимах, т. е. в режимах с повышенными значениями допустимой реактивной мощности.

Т-1000 — материал, характеризующийся незначительным изменением диэлектрической проницаемости в интервале рабочих температур. Конденсаторы из этого материала необходимы в ряде импульсных схем, требующих высокой стабильности параметров.

Т-4000 — материал, обладающий наибольшим значением диэлектрической проницаемости. Предназначен для конденсаторов, выполняющих функции блокировочных или фильтровых, для которых нестабильность емкости при изменении температуры не имеет большого значения.

Конденсаторы типа К15-4 конструктивно представляют собой цилиндр (бочкообразной формы), на торцы которого методом вжигания серебряной пасты нанесены электроды. К электродам припаяны оксиальные, стержневые выводы. Защитная композиция на конденсаторы наносится способом пресс-литья. В этом случае расплавленная органическая масса подается под давлением в специальную прессформу, в которой находится конденсатор.

Конденсаторы типа К15-5 выполнены в форме дисков, на плоскости которых с зазором по краю для увеличения разрядного промежутка нанесены серебряные электроды. После припайки выводов конденсаторы покрываются защитным компаундом. Выводы у конденсаторов медные однонаправленные, что создает удобство как при нанесении на них защитного покрытия, так и при монтаже в аппаратуре на печатных платах.

Конденсаторы К15-4 и К15-5 предназначены для работы в цепях постоянного и пульсирующего токов. Номинальные емкости, номинальные напряжения, допустимые реактивные мощности, их размеры и вес приведены в табл. 18 для конденсаторов К15-4 и в табл. 19 для конденсаторов К15-5.

Из таблиц видно, что конденсаторы К15-5 изготовляют трех групп: Н20, Н50 и Н70 — изменение емкости у которых не превышает соответственно ±20%, ±50%, ±70% от емкости, измеренной в нормальных условиях.

Допустимое отклонение действительной величины емкости конденсаторов от номинальной составляет: ±10% для конденсаторов группы Н50 емкостью 82, 120 и 180 *пф,* ±10 и ±20%. Для конденсаторов группы Н50 емкостью 68, 100, 150 и 220 *пф*, ±20% для конденсаторов группы Н20, +80 —20% для конденсаторов группы Н70.

Тангенс угла потерь конденсаторов в нормальных условиях должен быть не более 0,035 для группы Н20 и Н70, 0,002 — для группы Н50.

Конденсаторы типа К15-4 изготовляют только группы Н70.

Конденсаторы допускают эксплуатацию их при температуре окружающего воздуха от —20 до +70° С для конденсаторов К15-4 и от —40 до +85° С для конденсаторов К15-5, относительной влажности воздуха не более 98% при температуре +40° С, атмосферном давлении 720÷780 *мм.* рт. *ст.*

Конденсаторы КВИ (керамические высоковольтные импульсные) имеют форму стержня, армированного проволочными выводами, которые запрессовываются в лунки керамической заготовки конденсатора.

Таблица 18

Номинальное напряжение, *кв*	Номинальная емкость, *пф*	Допустимая реактивная мощность, *ва*	Размеры, *мм*		Вес, *Г*
			диаметр	длина	
1	2	3	4	5	6
12	470	4	19	19	30
	1000	6	25	19	45
	2200	10	34	19	80
	4700	15	45	19	130
20	470	8	23	34	60
	1000	10	30	32	90
	2200	15	38	30	170
	4700	25	55	30	300
30	470	10	27	36	80
	1000	15	36	38	150
	2200	25	48	38	290
40	220	10	27	54	80
	470	14	30	45	125
	1000	20	40	45	160

Таблица 19

Группа по ТКЕ	Номинальное напряжение, *кв*	Номинальная емкость, *пф*	Допустимая реактивная мощность, *ва*	Размеры, *мм*		Вес, *Г*
				диаметр	высота	
1	2	3	4	5	6	7
Н20	1,6	220÷6800	2÷15	8÷34	4	1,5÷12
	3	150÷4700	2÷15	8,5÷34	5	2÷16
	6,3	68÷2200	2÷15	8,5÷34	7	2,5÷33
Н50	6,3	68÷220	50÷100	8÷14	7	2÷6
Н70	1,6	470÷10 000	1÷10	8÷27	4	2÷10
	3	330÷15 000	1÷12	8÷38	5	6÷22
	6,3	470÷4700	1÷12	10÷34	7	15÷30

Конденсаторы КВИ предназначены для работы в линиях формирования импульсов в интервале рабочих температур от —60 до +125° С для конденсаторов КВИ-1 и от —60 до +100° С для конденсаторов КВИ-2 и имеют две группы по температурному коэффициенту емкости: М1300 и Н50. Номинальные напряжения емкости и размеры конденсаторов даны в табл. 20.

Конденсаторы могут быть использованы на постоянном токе, сниженном на 25% по сравнению с номинальным импульсным напряжением. Тангенс угла потерь их в нормальных условиях не превышает 0,0015 для КВИ-1 и 0,002 для КВИ-2. Конденсаторы изготовляются с допускаемыми отклонениями действительной величины емкости от номинальной ±10% для КВИ-1 и ±20% для КВИ-2.

Таблица 20

Вид конденсатора	Номинальное напряжение (в воздухе), *кв*	Номинальная емкость, *пф*	Длина, *мм*	Диаметр, *мм*	Вес, *Г* не более
1	2	3	4	5	6
КВИ-1	10	2,2; 2,7; 3,3; 3,9 4,7; 5,6 6,8; 8,2; 10 12; 15 18; 22	16	5 6,3 8 10 12,5	2,5 3,5 5,5 6,5 10
	20	1,5 2,2; 3,3 4,7 6,8 10 15 22	25	5 6,3 8 10 12,5 12,5 16	3,5 6 8,5 10 16 16 22
КВИ-2	8	100	16	8	6,5
	10	22, 33 47 68 100 150 220	16	6,3 8 10 10 13 14	5 7 8 8 14 28
	16	47 68 100 150	20	8 10 12,5 14	7 12 14 18
	20	33 47 68 100	25	8 10 12,5 14	8 12 17 20
	30	15 20 22	42	8 10 10	13 22 30

ГЛАВА ПЯТАЯ

БУМАЖНЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ

§ 13. Конденсаторы типа К40П-2

Бумажные конденсаторы изготовляются намоткой из двух и более слоев специальной конденсаторной бумаги, которая служит диэлектриком и располагается между двумя лентами металлической фольги.

Чем выше рабочее напряжение конденсатора, тем больше толщина применяемой в нем бумаги и тем больше число ее слоев между фольговыми обкладками. В частности, в конструкции конденсатора К40П-2 диэлектрик состоит из трех слоев бумаги толщиной до 10 *мк*.

Как уже говорилось выше, чередующиеся фольговые и бумажные ленты сворачиваются в цилиндрические секции и заключаются в металлический корпус. Конденсаторы типа К40П-2 конструктивно выпускаются двух видов: К40П-2а и К40П-2б (рис. 19). Разница между ними заключается в том, что у конденсатора К40П-2а одна из обкладок соединена с корпусом, а другая имеет изолированный от корпуса проволочный вывод.

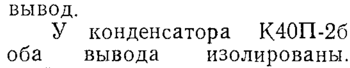


Рис. 19.

У конденсатора К40П-2б оба вывода изолированы. Сделаны они из тонкой медной луженой проволоки диаметром не более 0,8 *мм*.

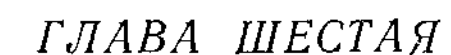
Бумажные конденсаторы К40П-2 выпускаются на номинальное рабочее напряжение постоянного тока 400 *в*. Конденсаторы емкостью от 1000 до 10 000 *пф* имеют диаметр 6 *мм* и вес не более 3 *Г*, а при емкости от 0,015 *мкф* до 0,047 *мкф* их диаметр 11 *мм* и вес 6 *Г*. Длина корпуса конденсаторов независимо от емкости равна 19 *мм*. Конденсаторы работоспособны также и в цепях переменного и пульсирующего токов. Интервал рабочих температур от —60 до +85° С.

При работе конденсаторов в цепях переменного тока частоты 50 *гц* амплитудное значение напряжения не должно превышать 125 *в* и 250 *в* при частоте 500 *гц*. В случае применения конденсаторов в цепях пульсирующего тока амплитудное значение напряжения переменной составляющей не должно быть более 20%, 15%, 8%, 5%, 2% при частоте, соответственно, 50 *гц*, 100 *гц*, 400 *гц*, 1000 *гц* и 10 000 *гц*, а сумма амплитуды напряжения переменной составляющей и величины напряжения постоянного тока не должна превышать рабочего напряжения.

Конденсаторы изготовляются с допускаемыми отклонениями действительной величины емкости от номинальной: ±5%, ±10% и ±20%. Тангенс угла потерь в нормальных условиях не превышает 0,01.

Конденсаторы могут использоваться при относительной влажности воздуха до 98% при температуре +40° С в условиях воздействия вибрации в диапазоне частот от 10 до 600 *гц* с ускорением не более 10 *g*, при этом они с помощью хомутов должны быть жестко прикреплены к корпусу.

Гарантийный срок службы конденсаторов — 5000 *ч*.



ГЛАВА ШЕСТАЯ

МЕТАЛЛОБУМАЖНЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ

§ 14. Конденсаторы типа К42-11

В отличие от бумажных конденсаторов, у которых роль обкладок выполняет фольга, у металлобумажных обкладками служит тонкий слой металла (алюминий или чаще цинк), нанесенный непосредственно на конденсаторную бумагу.

Металлизированная сторона бумаги предварительно покрывается тонким слоем целлюлозного лака с целью защиты от проникновения в ее поры металла и после этого на одну сторону ленты наносится металл методом напыления или испарения в вакууме. В процессе металлизации поверхности бумаги по одному краю вдоль всей ленты оставляют узкую неметаллизированную полосу, причем она должна быть тем шире, чем выше рабочее напряжение конденсатора.

Перед намоткой секции между металлизированной бумагой, которую располагают не покрытыми металлом кромками в противоположные стороны, прокладывают конденсаторную бумагу, число слоев которой зависит от рабочего напряжения конденсатора.

На торцы секций напыляется олово, к которому крепятся выводы. После чего секция с целью изоляции пропитывается соответствующим материалом (например, церизином) и заключается в корпус.

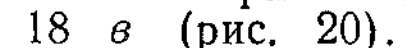
Наиболее важным достоинством металлобумажных конденсаторов, кроме их малого размера по сравнению с бумажными, является свойство самовосстановления электрической прочности при небольших перенапряжениях. При пробое бумаги очень тонкий слой металла быстро испаряется вокруг места пробоя, предотвращая тем самым образование постоянного короткого замыкания.

К металлобумажным конденсаторам относятся такие общеизвестные конденсаторы как:

МБМ с рабочим напряжением 160 *в* и номинальной емкостью от 0,05 до 1,0 *мкф* и рабочим напряжением от 250 *в* до 1500 *в* с номинальной емкостью от 0,0051 до 1,0 *мкф*.

МБГО — металлобумажные герметизированные однослойные, выпускаемые с рабочим напряжением от 160 *в* до 600 *в* и номинальной емкостью от 0,25 до 30,0 *мкф*.

МБГП и МБГЦ — металлобумажные герметизированные прямоугольной и цилиндрической формы с номинальным рабочим напряжением от 160 до 1500 *в* и номинальной емкостью от 0,25 до до 30 *мкф* (МБГП) и рабочим напряжением от 200 до 1000 *в* и номинальной емкостью от 0,025 до 1,0 *мкф* (МБГЦ), а также ряд других металлобумажных конденсаторов.



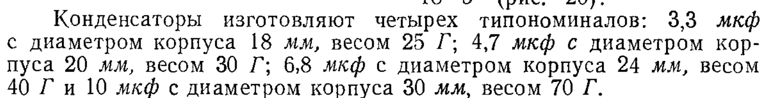


Рис. 20.

За последнее время разработан ряд новых типов металлобумажных конденсаторов. Так, например, в телевизионной аппаратуре широко применяется конденсатор типа К42-11, выпускаемый промышленностью на номинальное рабочее напряжение постоянного тока 125 *в*.

Однако конденсатор может работать в цепях строчной развертки телевизоров в импульсном режиме с частотой следования импульсов не более 15 625 *гц* и максимальным напряжением не более 18 *в* (рис. 20).

Конденсаторы изготовляют четырех типономиналов: 3,3 *мкф* с диаметром корпуса 18 *мм*, весом 25 *Г*; 4,7 *мкф* с диаметром корпуса 20 *мм*, весом 30 *Г*; 6,8 *мкф* с диаметром корпуса 24 *мм*, весом 40 *Г* и 10 *мкф* с диаметром корпуса 30 *мм*, весом 70 *Г*.

Длина у всех конденсаторов одинакова и равна 50 *мм*. Допускаемое отклонение действительной величины емкости от номинальной ±10% и ±20%. Тангенс угла потерь составляет 0,015. Интервал рабочих температур от —60 до +70° С.

Изменение емкости конденсаторов при крайней положительной температуре допускается в пределах от +3% до —7%, а тангенс угла потерь должен быть не больше 0,02. При температуре —60° С изменение емкости конденсаторов не должно превышать 15%, а тангенс угла потерь должен быть не более 0,03.

Конденсаторы работоспособны при относительной влажности воздуха 98%, температуре +40° С и вибрации с ускорением до 2,5 *g* в диапазоне частот от 5 до 80 *гц*. Выдерживают ударную нагрузку с ускорением 12 *g*.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Система сокращенных обозначений конденсаторов

1-й индекс	2-й индекс	3-й индекс	4-й индекс	Пример обозначения
1	2	3	4	5
	Группа конденсаторов по виду диэлектрика	**Назначение**	**Порядковый номер исполнения**	**К15И-1**
К — конденсаторы постоянной емкости	10 — Керамические на номинальное напряжение ниже 1600 *в* 15 — Керамические на номинальное напряжение 1600 *в* и выше 20 — Кварцевые 21 — Стеклянные 22 — Стеклокерамические 23 — Стеклоэмалевые 31 — Слюдяные малой мощности 32 — Слюдяные большой мощности 40 — Бумажные на номинальные напряжения ниже 1600 *в* с фольговыми обкладками 41 — Бумажные на номинальные напряжения 1600 *в* и выше с фольговыми обкладками 42 — Бумажные с металлизированными обкладками	Не обозначается — для работы в цепях постоянного и пульсирующего тока П — для работы в цепях постоянного и переменного тока; Ч — для работы в цепях переменного тока У — для работы в цепях постоянного и переменного тока и в импульсных режимах И — для работы в импульсных режимах	Вариант исполнения конденсаторов одной группы по виду диэлектрика	(конденсаторы постоянной емкости, керамические, на номинальное напряжение выше 1600 *в*, предназначенные для работы в импульсных режимах)

Продолжение

1-й индекс	2-й индекс	3-й индекс	4-й индекс	Пример обозначения
1	2	3	4	5
К — конденсаторы постоянной емкости	50 — Электролитические алюминиевые 51 — Электролитические танталовые фольговые 52 — Электролитические танталовые объемнопористые 53 — Оксидиополупроводниковые 60 — Воздушные 61 — Вакуумные 70 — Полистирольные с фольговыми обкладками 71 — Полистирольные с металлизированными обкладками 72 — Фторопластовые 73 — Полиэтилентерефталатные с металлизированными обкладками 74 — Полиэтилентерефталатные с фольговыми обкладками 75 — Комбинированные			

Продолжение

1-й индекс	2-й индекс	3-й индекс	4-й индекс	Пример обозначения
1	2	3	4	5
КТ — конденсаторы подстроечные КП — конденсаторы переменные	1 — Вакуумные 2 — Воздушные 3 — С газообразным диэлектриком 4 — С твердым диэлектриком 5 — С жидким диэлектриком	**Порядковый номер исполнения** (вариант исполнеиия конденсаторов одной группы по виду диэлектрика)	—	**КТ2-1** (конденсаторы подстроечные воздушные)
КН — конденсаторы нелинейные (вариконды)	**Численное значение основного параметра** Минимальный коэффициент по напряжению переменного тока ($K_{\sim}$) — для варикондов, управляемых напряжением переменного тока Минимальный коэффициент нелинейности по напряжению постоянного тока ($K_{=}$) — для варикондов, управляемых напряжением постоянного тока Коэффициент прямоугольности — для варикондов с прямоугольной петлей гистерезиса	**Назиачение** Ч — управляемые напряжением переменного тока П — управляемые напряжением постоянного тока ВТ — с прямоугольной петлей гистерезиса (для вычислительной техники)	**Порядковый номер исполнеиия** (вариант исполнеиия варикондов одного назначения)	**КН8Ч-1** (вариконды), управляемые напряжением переменного тока с коэффициентом нелинейности не менее 8

ЛИТЕРАТУРА

1. Ренне В. Т. «Электрические конденсаторы». Госэнергоиздат, 1959.
2. Закгейм Л. Н. «Электролитические конденсаторы». Госэнергоиздат, 1963.
3. Деммер Дж. В. А., Норденберг Г. М. «Конденсаторы постоянной и переменной емкости». Госэнергоиздат, 1963.
4. Малинин Р. М. «Конденсаторы и сопротивления». Воениздат., 1959.
5. Гедзюн В. А., Мандрыка Н. А. «Новые серии низкочастотных керамических конденсаторов на высокое рабочее напряжение». «Электронная техника», серия 8, выпуск 2, 1966.
6. Бочарова В. И., Хомылев А. Ф. «Алюминиевые оксидно-полупроводниковые конденсаторы». «Электронная техника», серия 8, выпуск 3, 1966.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Незнайко Аркадий Павлович

НОВЫЕ ТИПЫ КОНДЕНСАТОРОВ

Редактор *А. И. Важинская*
Художественный редактор *Г. А. Гудков*
Технический редактор *В. И. Семенова*
Корректор *Н. Г. Самусевич*

Сдано в производство 29/X 1969 г. Подписано к печати 19/I 1970 г. М-15040. Печ. л. прив. 2,52. Уч.-изд. л. 2,72. Бум. л. 0,75. Бумага типографская № 2, формат 84×108 1/32. Тираж 30 000 экз. Цена 11 коп. Заказ 2294.

Ленинградское отделение издательства «Эиергня», Марсово поле, 1.

Ленинградская типография № 4 Главполиграфпрома Комитета по печати при Совете Министров СССР, Социалистическая, 14.

Цена 10 коп.

